

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# FILM DEPOSITING APPARATUS AND FILM DEPOSITING METHOD

## FILM DEPOSITING APPARATUS AND FILM DEPOSITING METHOD

Patent Number: JP2001254181

Publication date: 2001-09-18

Inventor(s): MATSUSE KIMIHIRO

Applicant(s): TOKYO ELECTRON LTD

Requested Patent:  JP2001254181

Application Number: JP20010000183 20010104

Priority Number(s):

IPC Classification: C23C16/46; C23C16/34; C23C16/44; H01L21/285; H01L21/31

EC Classification:

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a film depositing apparatus and a film depositing method in which an ALD method can be used with a high productivity without using any high-speed switching valve.

**SOLUTION:** The film depositing apparatus comprises a chamber 11 which houses a substrate W, a substrate support member 12 to support a plurality of substrate W in one plane in the chamber 11, a first treatment gas ejecting nozzle 20 which is provided in the chamber 11 and ejects TiCl4, a second treatment gas ejecting nozzle 21 which ejects NH3, a rotary mechanism 14 to rotate the substrate support member 12, and a heater 16 to heat the substrate W, and a Ti monatomic layer and a N monatomic layer are alternately formed on the substrate W while rotating the substrate support member 12 to revolve the substrate W.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-254181

(P2001-254181A)

(43)公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 23 C 16/46

16/34

16/44

H 01 L 21/285

識別記号

F I

テ-マ-ト (参考)

C 23 C 16/46

16/34

16/44

H 01 L 21/285

G

C

301

301Z

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願2001-183(P2001-183)

(22)出願日

平成13年1月4日 (2001.1.4)

(31)優先権主張番号

特願2000-590(P2000-590)

(32)優先日

平成12年1月6日 (2000.1.6)

(33)優先権主張国

日本 (JP)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 松瀬 公裕

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74)代理人 100099944

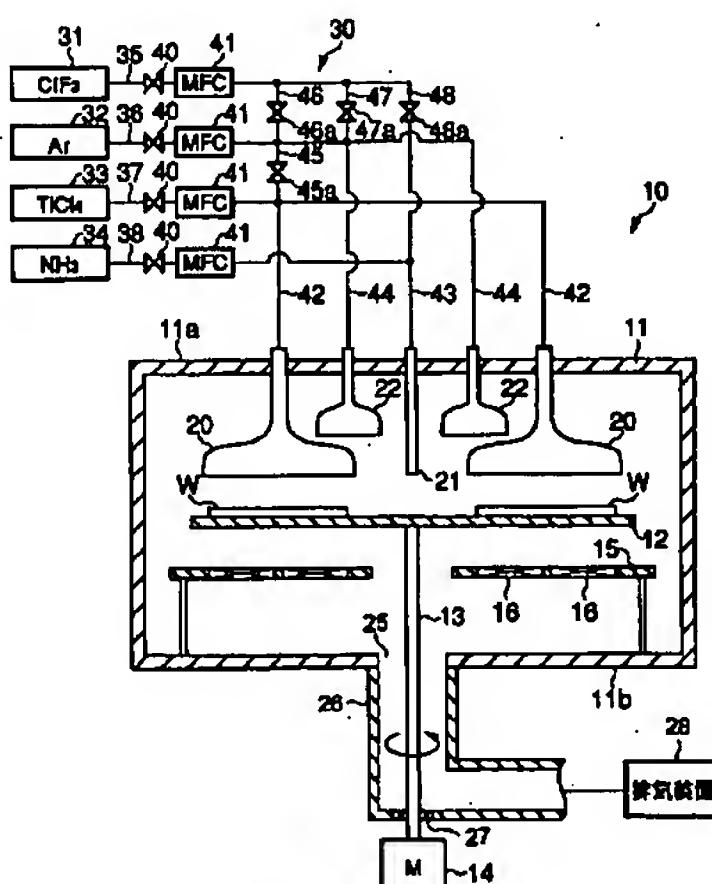
弁理士 高山 宏志

(54)【発明の名称】 成膜装置および成膜方法

(57)【要約】

【課題】 高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ALD法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供すること。

【解決手段】 基板Wを収容するチャンバー11と、チャンバー11内で複数の基板Wを平面的に支持する基板支持部材12と、チャンバー11内に設けられ、TiC<sub>4</sub>を吐出する第1の処理ガス吐出ノズル20と、NH<sub>3</sub>を吐出する第2の処理ガス吐出ノズル21と、基板支持部材12を回転させる回転機構14と、基板Wを加熱するヒーター16とを具備し、基板支持部材12を回転させて基板Wを公転させながら、基板W上に、Tiの単原子層と、Nの単原子層とを交互に形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を収容するチャンバーと、前記チャンバー内で複数の基板を平面的に支持する基板支持部材と、前記チャンバー内に設けられ、第1の処理ガスを吐出する第1の処理ガス吐出部と、前記チャンバー内の第1の処理ガス吐出部とは異なる位置に設けられ、第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部と、前記基板支持部材を回転させる回転機構と、前記基板を加熱する加熱手段とを具備し、前記基板支持部材を回転させて基板を公転させながら、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜装置。

【請求項2】 前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部とを複数備え、これらが円周状に交互に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。

【請求項3】 前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部との間にバージガスを吐出するバージガス吐出部を有することを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。

【請求項4】 前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項5】 前記基板を自転させる基板回転機構をさらに有することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項6】 前記加熱手段は、前記基板支持部材の下方から基板を加熱することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項7】 前記加熱手段は、前記基板支持部材に支持された基板の上方から基板を加熱することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項8】 前記第1の処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含み、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むことを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項9】  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiN$ 、 $TaN$ 、 $SiO_2$ 、 $SiN$ 、 $SiON$ 、 $SiOF$ 、 $WN$ 、 $WSi$ および $RuO_2$ のうちいずれか1種を成膜することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項10】 チャンバー内に吐出したガス流のエアカーテンでチャンバー内を複数の空間に分割する工程

と、

前記空間のそれぞれに所定の処理ガスを導入してなる処理ガス雰囲気の複数を通過するように、基板を繰り返し移動させる工程と、

これにより前記基板上に単原子層を連続的に形成して堆積させ、これを熱的に反応させて化合物の膜を形成する工程とを具備することを特徴とする成膜方法。

【請求項11】 前記処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種の元素を含む第1の処理ガスと、NまたはOを含む第2の処理ガスとを有することを特徴とする請求項10に記載の成膜方法。

【請求項12】 チャンバー内で複数の基板を平面的に配置し、基板を公転させながら、チャンバー内の互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出して、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜方法。

【請求項13】 さらに基板を自転させることを特徴とする請求項12に記載の成膜方法。

【請求項14】 第1および第2の処理ガスの吸着速度合わせて基板を公転させることを特徴とする請求項12または請求項13に記載の成膜方法。

【請求項15】 前記第1の処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含み、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むことを特徴とする請求項12から請求項14のいずれか1項に記載の成膜方法。

【請求項16】  $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、 $TiN$ 、 $TaN$ 、 $SiO_2$ 、 $SiN$ 、 $SiON$ 、 $SiOF$ 、 $WN$ 、 $WSi$ および $RuO_2$ のうちいずれか1種を成膜することを特徴とする請求項10から請求項15のいずれか1項に記載の成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、TiN膜等をALD (Atomic Layer Deposition) 法を利用して成膜する成膜装置および成膜方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）に形成された配線間のホールを埋め込むために、あるいはバリア層として、WSi（タンクステンシリサイド）、TiN（チタンナイトライド）、TiSi（チタンシリサイド）等の金属化合物を堆積させて薄膜を形成している。

【0003】 従来、これら金属化合物薄膜は物理的蒸着（PVD）を用いて成膜されていたが、最近のようにデバイスの微細化および高集積化が特に要求され、デザインルールが特に厳しくなっており、埋め込み性の悪いP

VDでは十分な特性を得ることが困難となっている。そこで、TiN膜をより良質の膜を形成することが期待できる化学的蒸着(CVD)で成膜することが行われている。

【0004】しかしながら、CVDによっても、膜質、ステップカバレージ、膜の密着性が必ずしも十分とはいえないくなっている。また、10nm以下の超薄膜を形成する際の膜厚制御が非常に困難である。

【0005】一方、良好な膜質の金属化合物薄膜を密着性およびステップカバレージ良く形成する技術として、近時、ALD法が注目されている(特開昭55-130896号公報等)。したがって、上記金属化合物の堆積においてもALD法を利用することが考えられる。具体的には、例えばTiN膜を成膜する際には、チャンバー内に1枚のウエハを配置し、まずチャンバー内にTiC<sub>14</sub>ガスを供給してTiの単原子層を吸着させ、次いでNH<sub>3</sub>ガスを供給してその上にNの単原子層を堆積させてこれらを反応させる。この操作を所定回数繰り返すことにより、所定厚さのTiN膜を得る。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ALD法を利用して金属化合物薄膜を形成する際には、供給するガスの切り替えを高速で行わなければならず、そのため高速スイッチングバルブを用いるが、このような高速スイッチングバルブは寿命が短いという問題点がある。また、このように単原子層を積層する際には、一方のガスを供給してから他方のガスを供給する間にバージガスを供給して前のガスをバージする必要があるため、成膜に時間がかかり生産性が悪いという問題点もある。

【0007】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ALD法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供することを目的とする。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、基板を収容するチャンバーと、前記チャンバー内で複数の基板を平面的に支持する基板支持部材と、前記チャンバー内に設けられ、第1の処理ガスを吐出する第1の処理ガス吐出部と、前記チャンバー内の第1の処理ガス吐出部とは異なる位置に設けられ、第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部と、前記基板支持部材を回転させる回転機構と、前記基板を加熱する加熱手段とを具備し、前記基板支持部材を回転させて基板を公転させながら、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜装置を提供する。

【0009】また、本発明は、チャンバー内に吐出したガス流のエアカーテンでチャンバー内を複数の空間に分割する工程と、前記空間のそれぞれに所定の処理ガスを導入してなる処理ガス雰囲気の複数を通過するように、

基板を繰り返し移動させる工程と、これにより前記基板上に単原子層を連続的に形成して堆積させ、これを熱的に反応させて化合物の膜を形成する工程とを具備することを特徴とする成膜方法を提供する。

【0010】さらに、本発明は、チャンバー内で複数の基板を平面的に配置し、基板を公転させながら、チャンバー内の互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出して、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜方法を提供する。

【0011】本発明によれば、ALD法を利用して成膜を行うにあたり、互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出し、基板支持部材を回転させて基板を公転させて、高速スイッチングバルブを用いることなく、基板上に第1の処理ガスと第2の処理ガスとを交互に供給して、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することができる。また、基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

【0012】前記成膜装置において、前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部とを複数備え、これらが円周状に交互に配置されていることが好ましい。これにより、より高効率で成膜を行うことができる。

【0013】前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部との間にバージガスを吐出するバージガス吐出部を有することが好ましい。これにより第1の処理ガスと第2の処理ガスとの分離性を高めることができる。

【0014】前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させることが好ましい。これにより、基板上に確実に単原子層を形成することができる。

【0015】前記基板を自転させる基板回転機構をさらに有することが好ましい。このように基板を自転させることにより、成膜の均一性をより高めることができる。

【0016】前記加熱手段は、前記基板支持部材の下方から基板を加熱するようにしてもよいし、前記基板支持部材に支持された基板の上方から基板を加熱するようにしてもよい。

【0017】前記成膜方法において、さらに基板を自転させることが好ましい。また、第1および第2の処理ガスの吸着速度合わせて基板を公転させることが好ましい。

【0018】前記第1の処理ガスは、Al、Zr、T

i、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含むものを用いることができ、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むものを用いることができる。

【0019】前記成膜装置および前記成膜方法は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、TiN、TaN、SiO<sub>2</sub>、SiN、SiON、SiOF、WN、WSiおよびRuO<sub>2</sub>のうちいずれか1種の成膜に適用することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る成膜装置を示す断面図、図2はその内部の平面図である。ここではALD法を利用したCVD成膜装置によりTiN膜を成膜する場合について説明する。

【0021】このCVD成膜装置10は、真空引き可能に構成された略円筒状のチャンバー11を有しており、その中には被処理体であるウエハWを水平に4枚支持可能なウエハ支持部材12が設けられている。ウエハ支持部材12は、図2に示すように、4つのウエハ支持部材12aを有しており、これらにウエハWが支持されるようになっている。また、ウエハ支持部材12の中心には下方に延びる回転軸13が設けられており、この回転軸13はモーター14の軸に取り付けられている。そして、このモーター14を回転させることにより、回転軸13を介してウエハ支持部材12が図2の矢印方向に沿って回転されるようになっている。したがって、ウエハ支持部材12aに支持されたウエハWは、ウエハ支持部材12の回転によって回転軸13の回りを公転するようになっている。

【0022】ウエハ支持部材12の下方には、ヒーター支持部材15が設けられており、このヒーター支持部材15には、ウエハWの移動軌跡に沿って内側および外側2つの円環状のヒーター16が支持されている。

【0023】チャンバー11の天壁11aには、第1の処理ガス吐出ノズル（第1の処理ガス吐出部）20および第2の処理ガス吐出ノズル（第2の処理ガス吐出部）21が、そのガス吐出口20a、20bをウエハ支持部材12の上面に対向させた状態で設けられている。これら第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は、図2に示すように2つずつ設けられており、これらは交互にウエハWの移動軌跡に沿って円周状に配置されている。また、隣接する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は回転軸13を中心として90°の角度で配置されている。また、チャンバー11の天壁11aには、4つのバージガス吐出ノズル（バージガス吐出部）22が隣接する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の間に位置するように設けられている。

【0024】図3(a)は第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の断面図であ

る。図3(a)に示すように、第1および第2の処理ガス吐出ノズル20、21は、それぞれ多数のガス吐出口20a、21aを有しており、この多数の吐出口20a、21aからチャンバー11内にシャワー状に処理ガスを吐出するように構成されている。また、図3(b)はバージガス吐出ノズル22の断面図である。図3(b)に示すように、バージガス吐出ノズル22は、内部に設けられた多数の吐出口22aと、この多数の吐出口22aの下方に設けられたスカート部22bとを有しており、吐出口20aからチャンバー11内にシャワー状に処理ガスを吐出するとともに、スカート部22bによりシャワー状に吐出されたバージガスの流れが拡散することを防止しており、これによりバージガスのダウンフローがエアカーテンをなすように構成されている。

【0025】また、バージガス吐出ノズル22のガス吐出口22aは、第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21のガス吐出口20a、21aよりも上方に設けられており、これにより第1の処理ガス雰囲気と第2の処理ガス雰囲気とをバージガスのエアカーテンにより分離可能になっている。これらノズル20、21、22からは、後述するガス供給機構30から所定のガスが供給されるようになっている。

【0026】ガス供給機構30は、クリーニングガスであるClF<sub>3</sub>を供給するClF<sub>3</sub>供給源31、Arを供給するAr供給源32、TiCl<sub>4</sub>を供給するTiCl<sub>4</sub>供給源33、NH<sub>3</sub>を供給するNH<sub>3</sub>供給源34を有している。そして、ClF<sub>3</sub>供給源31にはClF<sub>3</sub>ガスライン35が、Ar供給源32にはArガスライン36が、TiCl<sub>4</sub>供給源33にはTiCl<sub>4</sub>ガスライン37が、NH<sub>3</sub>供給源34にはNH<sub>3</sub>ガスライン38がそれぞれ接続されている。そして、各ラインにはバルブ40およびマスフローコントローラ41が設けられている。

【0027】TiCl<sub>4</sub>供給源33から延びるTiCl<sub>4</sub>ガスライン37は、第1の処理ガス吐出ノズル20から延びるガス配管42に接続されている。また、TiCl<sub>4</sub>ガスライン37にはArガスライン36から延びる配管45が接続されており、ArガスにキャリアされたTiCl<sub>4</sub>ガスが配管42を通じて第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出される。また、NH<sub>3</sub>供給源34から延びるNH<sub>3</sub>ガスライン38は、第2の処理ガス吐出ノズル21から延びるガス配管43に接続されており、NH<sub>3</sub>ガスがNH<sub>3</sub>ガスライン38およびガス配管43を通じて第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出される。さらに、Ar供給源32から延びるArガスライン36は、バージガス吐出ノズル22から延びる配管44に接続されており、ArガスがArガスライン36および配管44を通じてバージガス吐出ノズル22から吐出される。さらにまた、ClF<sub>3</sub>供給源31から延びるClF<sub>3</sub>ガスライン35には、配管46、47、48が接

続されており、これら配管46, 47, 48から配管42, 43, 44を介して第1の処理ガス吐出ノズル20、第2の処理ガス吐出ノズル21、およびバージガス吐出ノズル22からクリーニングガスである $\text{C}_1\text{F}_3$ ガスを吐出可能となっている。なお、配管45, 46, 47, 48には、それぞれバルブ45a, 46a, 47a, 48aが設けられている。

【0028】チャンバー11の底壁11bには、その中央部に排気口25が設けられており、この排気口25には排気管26が接続されている。この排気管26には排気装置28が接続されており、排気装置28を作動させることによりチャンバー11内を所定の真空度まで減圧することができる。

【0029】なお、排気管26は排気口25から垂直方向下方に延び途中で水平方向に屈曲しており、前記回転軸13は排気管26の垂直部の中を通過して、排気管26の水平部の管壁を貫通して下方へ延びており、その管壁と回転軸13との間には、流体シール27が設けられている。

【0030】このように構成されたCVD成膜装置においては、まず、チャンバー11内に半導体ウエハWを装入し、ウエハ支持部材12のウエハ支持部12aにウエハWを載置する。次いで、ヒーター16よりウエハWを加熱しながらウエハ支持部材12を回転させ、排気装置28によりチャンバー11内を排気してチャンバー11内を所定の真空状態にする。引き続き、第1の処理ガス吐出ノズル20からArにキャリアさせた $\text{TiCl}_4$ ガスを、第2の処理ガス吐出ノズル21から $\text{NH}_3$ ガスを、バージガス吐出ノズル22からバージガスとしてのArガスをそれぞれ吐出させる。

【0031】ウエハ支持部材12のウエハ支持部12aのウエハWのうち、最初に第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出された $\text{TiCl}_4$ ガスが供給される2枚については、供給された $\text{TiCl}_4$ ガスによりTiの単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材12の回転により、バージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過して、第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出された $\text{NH}_3$ ガスによりTiの単原子層の上にNの単原子層が堆積され、これらが反応してTiNが形成される。さらに、バージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過した後、同様にしてTiの単原子層およびNの単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さのTiN膜が形成される。また、最初に第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出された $\text{NH}_3$ ガスが供給される他の2枚については、供給された $\text{NH}_3$ ガスによりNの単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材12の回転により、バージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過して、第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出された $\text{TiCl}_4$ ガスによりNの単原子層の上にTiの単原子

層が堆積され、これらが反応してTiNが形成される。さらに、バージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過した後、同様にしてNの単原子層およびTiの単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さのTiN膜が形成される。この場合に、ウエハ支持部材12の回転速度は、処理ガスである $\text{TiCl}_4$ ガスおよび $\text{NH}_3$ ガスの吸着速度に応じて決定される。

【0032】また、この場合における第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の形状およびウエハWとの間隔、さらにはガス流量は、ウエハWに均等に単原子層が吸着するような流れを形成することができるよう設定される。また、バージガス吐出ノズル22とウエハWとの間隔、さらにはガス流量は、バージガスが $\text{TiCl}_4$ ガス霧団気および $\text{NH}_3$ ガス霧団気を十分に分離可能なエアカーテンとして機能する流れを形成することができるよう設定される。また、ヒーター16の加熱温度はTiとNとの反応に適した適宜の温度に設定される。以下、これらの設定値について具体的に述べる。

【0033】図3(a)に示した構造を有する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は、吐出口20a, 21aとその下方に位置する基板支持部材12に保持されたウエハW表面との間の距離 $h_1$ が0.1~10mmとなるように配置することができる。また、図3(b)に示した構造を有するバージガス吐出ノズル22は、吐出口22aとその下方に位置する基板支持部材12に保持されたウエハW表面との間の距離 $h_2$ が0.1~50mmとなるように配置することができ、その下端と基板支持部材12上面との間の距離 $h_3$ が1.1~50mmとなるように配置することができる。好ましくは、 $h_1$ が0.1~5mm、 $h_2$ が0.2~10mm、 $h_3$ が1.2~11mmとなるようにノズル20, 21, 22を配置する。

【0034】また、TiN成膜時におけるそれぞれのガス流量、チャンバー内圧力および加熱温度は、以下のように設定することができる。

$\text{TiCl}_4$ ガス流量: 1~50 sccm (0.001~0.05 L/min)、好ましくは5~20 sccm (0.005~0.02 L/min)

Arガス(キャリアガス)流量: 10~100 sccm (0.01~0.1 L/min)、 $\text{TiCl}_4$ ガスが低流量の場合にはキャリアガスは用いなくてもよい

$\text{NH}_3$ ガス流量: 50~1000 sccm (0.05~1 L/min)、好ましくは50~500 sccm (0.05~0.5 L/min)

バージガス流量: 100~1000 sccm (0.1~1 L/min)

チャンバー内圧力: 100 mTorr~5 Torr (13.3 Pa~665 Pa)、好ましくは100 mTorr

r~1 Torr (13.3 Pa~133 Pa)  
加熱温度: 300~700°C、好ましくは400~600°C

【0035】以上のようにして、交互に配置された第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21からそれぞれTiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを供給しつつ、ウエハ支持部材12を回転させて、ウエハWにTiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを交互に供給するので、高速スイッチングバルブを用いることなく、ALD法によりTiの単原子層およびNの単原子層を交互に形成して所望のTiN膜を形成することができる。また、このようにウエハ支持部材12に複数枚のウエハWを載置し、一回の処理で複数枚の成膜処理を行うから、生産性が高い。また、バージガス吐出ノズル22からバージガスとしてのArガスを吐出してエアカーテンを形成することにより、TiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスが混合することを極力防止することができ、また、バージガスであるArガスを吐出することにより、ウエハWの単原子層の形成が終了した部分の処理ガスを速やかに除去して余分な反応を防止することができるので、より良質の膜を形成することができる。

【0036】このようなTiN膜の形成を繰り返し行い、所定枚数のウエハWの成膜処理が終了した時点で、C1F<sub>3</sub>源31からガスライン35、配管46, 47, 48および配管42, 43, 44を介してノズル20, 21, 22からC1F<sub>3</sub>ガスを吐出させてチャンバー11内をクリーニングする。

【0037】このクリーニング時におけるC1F<sub>3</sub>ガス流量、チャンバー内圧力、クリーニング温度は、例えば以下に示すように設定することができる。

C1F<sub>3</sub>ガス流量: 100~500 sccm (0.1~0.5 L/min)、好ましくは200~300 sccm (0.2~0.3 L/min)

チャンバー内圧力: 1~10 Torr (133~1330 Pa)、好ましくは1~5 Torr (133~665 Pa)

クリーニング温度: 200~500°C、好ましくは200~300°C

【0038】次に、他の実施形態に係るCVD成膜装置について説明する。図4は他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図である。ここでは、ウエハ支持部材12の代わりにウエハ支持部材12'を用いてウエハWを自転させる構成となっている。すなわち、ウエハ支持部材12'は、ベース部材51の上に、4つ(図4では2つのみ図示)のウエハテーブル52が回転可能に設けられ、これらウエハテーブル52をモーター53により回転させることにより、ウエハテーブル52上のウエハWを自転させる。これにより、処理ガスとしてのTiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスをより一層均一にウエハWに供給することができ、より均一な単原子層を

形成することができる。この場合に、図1のようにヒーター16がウエハ支持部材の下にあると、加熱効率が悪くなるため、図4のようにウエハWの上方にヒーター16'を設けることが好ましい。15'はヒーター16'を支持するヒーター支持部材である。このようにヒーターを設けた場合には、処理ガスがウエハWに有効に供給されるようにヒーター16'およびヒーター支持部材15'にガス通過可能な多数の孔を設けることが好ましい。

【0039】さらに、図5の実施形態では、処理ガスとしてのTiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスをそれぞれシャワー・ヘッド60およびシャワー・ヘッド61から供給するようしている。シャワー・ヘッド60は、図6に示すように、ディスク状をなす中空の本体60aの下面に多数のガス吐出孔60bが形成されており、このガス吐出孔60bから均一にガスを吐出する。シャワー・ヘッド61も同様に構成されている。このようにノズルの代わりにシャワー・ヘッドを用いることによってもウエハWに均一にTiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを供給することができる。

【0040】さらにまた、図7の実施形態では、第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の直下に排気口70を設けている(第1の処理ガス吐出ノズル20に対応する排気口のみ図示)。このようにすることにより、不要なTiC<sub>14</sub>ガスおよびNH<sub>3</sub>ガスを排気口70に接続された排気管71を介して速やかに排出することができる。

【0041】なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、TiN膜を成膜する例について示したが、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、TaN、SiO<sub>2</sub>、SiN、SiON、WN、WSi、RuO<sub>2</sub>等、他の金属化合物も同様にして成膜することができる。また、上記実施形態では、第1の処理ガスとしてTiC<sub>14</sub>を用い、第2の処理ガスとしてNH<sub>3</sub>ガスを用いたが、第1の処理ガスと第2の処理ガスとは成膜する金属化合物膜に応じた適宜のガスを用いることができる。このような場合における第1の処理ガスとしては、TiC<sub>14</sub>の他に、TaBr<sub>5</sub>、Ta(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>5</sub>、SiC<sub>14</sub>、SiH<sub>4</sub>、Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>、SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>、WF<sub>6</sub>等のAl、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうち1種を含むものを挙げることができ、第2の処理ガスとしては、NH<sub>3</sub>の他に、NH<sub>3</sub>(N<sub>2</sub>)、O<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、NO、N<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等のNまたはOを含むものを挙げることができる。

【0042】また、ヒーターの位置を図1の例ではウエハの下方に、図4の例ではウエハの上方に設けたが、これら両方に設けてもよいし、均一に加熱することができれば他の位置に設けてもよい。さらに、バージガスとしてArガスを用いたが、N<sub>2</sub>ガス等他のガスであっても

よい。また、2つの処理ガスを有效地に遮断することができれば、パージガスを用いなくてもよい。さらにまた、用いる基板としては、半導体ウエハに限らず他のものであってもよく、また、表面上に他の層を形成した基板であってもよい。

#### 【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ALD法を利用した成膜を行うにあたり、互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出し、基板支持部材を回転させて基板を公転させるので、高速スイッチングバルブを用いることなく、第1の処理ガスによる單原子層と、第2の処理ガスによる單原子層とを交互に形成することができる。また、基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るCVD成膜装置を示す断面図。

【図2】図1のCVD成膜装置の内部を示す平面図。

【図3】図1のCVD成膜装置における第1の処理ガス吐出ノズルおよびパージガス吐出ノズルの断面図。

【図4】本発明の他の実施形態に係るCVD成膜装置を

部分的に示す断面図。

【図5】本発明のさらに他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図。

【図6】図4の装置に用いたシャワーHEADを示す斜視図。

【図7】本発明のさらに他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図。

#### 【符号の説明】

11；チャンバー

12, 12'；ウエハ支持部材

12a；ウエハ支持部

13；回転軸

14；モーター

16, 16'；ヒーター

20, 21；処理ガス吐出ノズル

22；パージガス吐出ノズル

30；ガス供給機構

25, 70；排気口

26, 71；排気管

28；排気装置

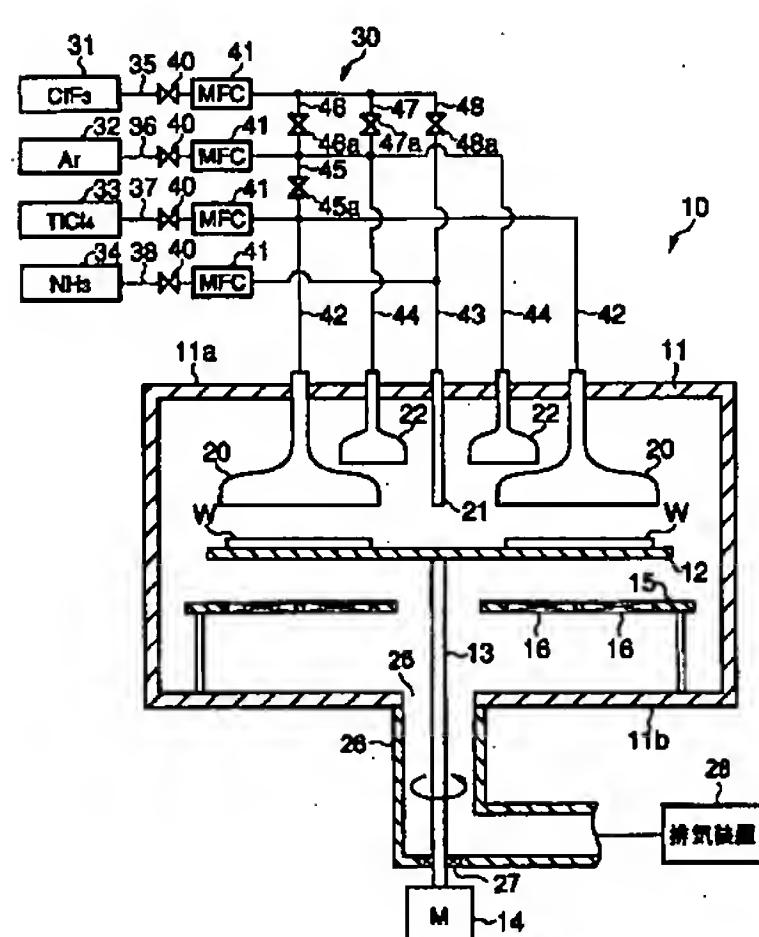
52；ウエハテーブル

53；モーター

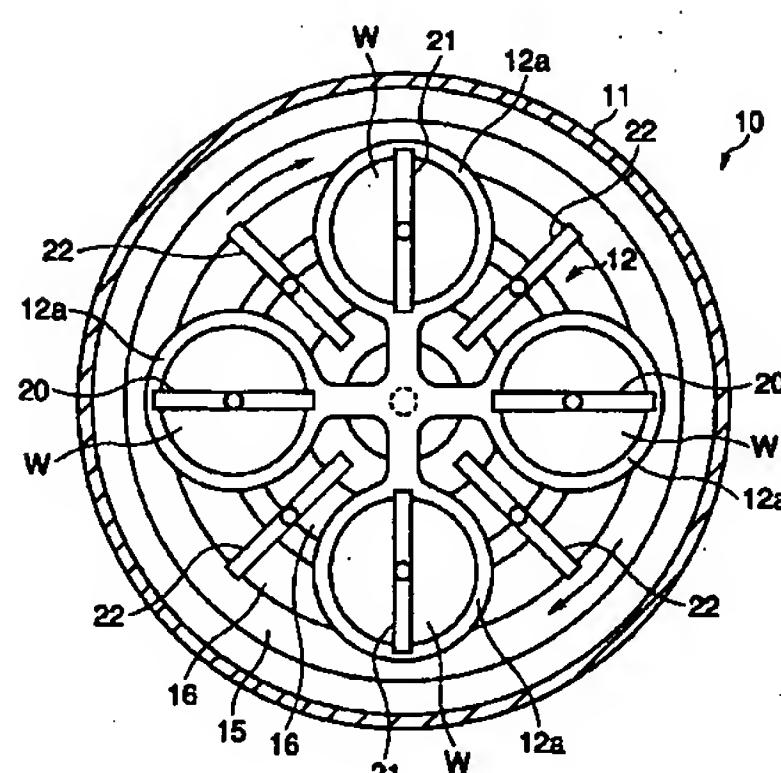
60, 61；シャワーHEAD

W；半導体ウエハ

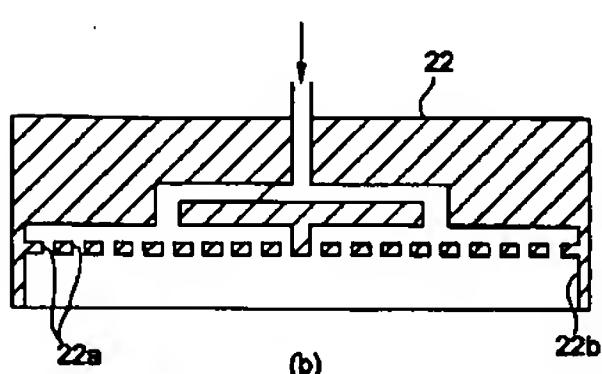
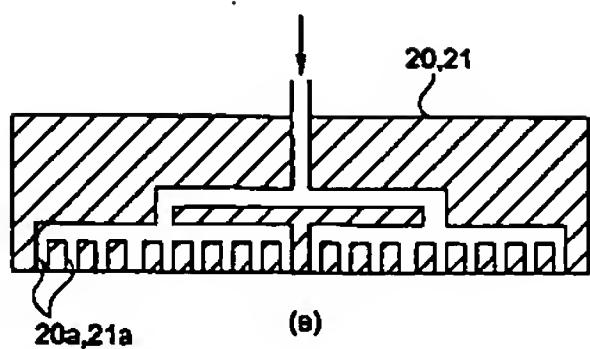
【図1】



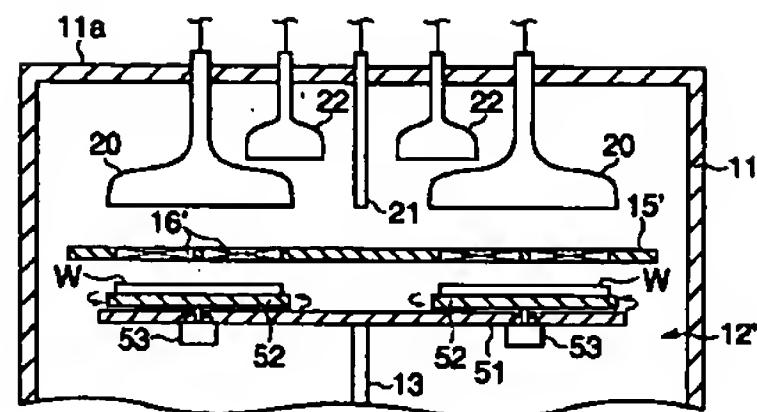
【図2】



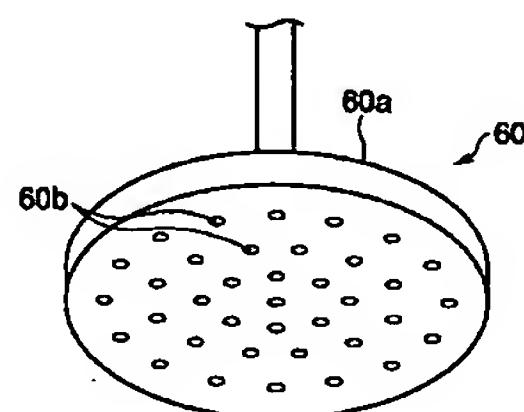
【図3】



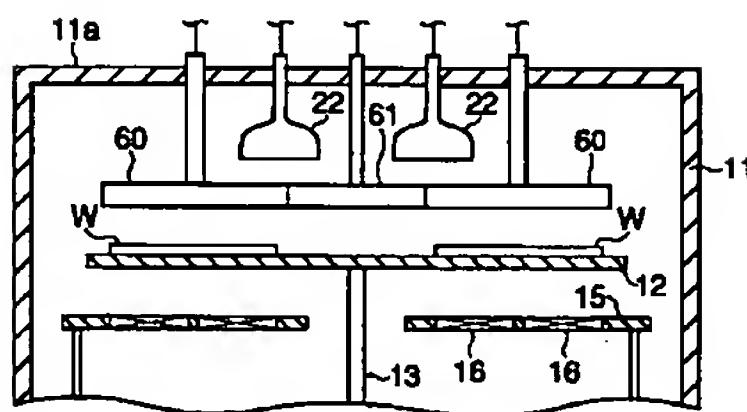
【図4】



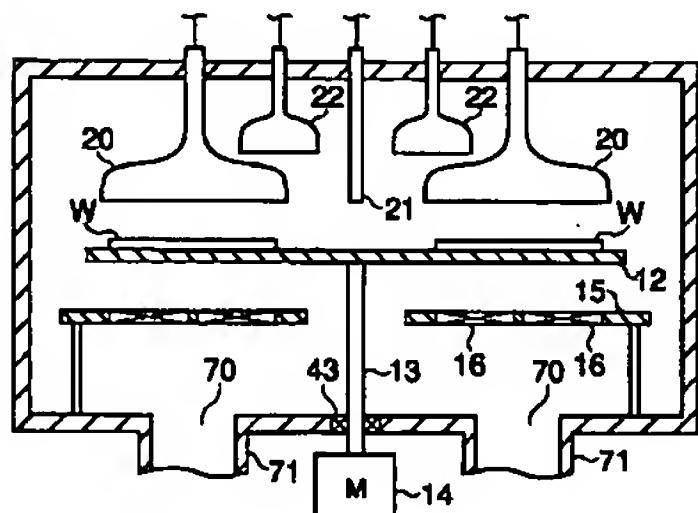
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Bibliography.

---

(19) [Country of Issue] Japan Patent Office (JP)  
(12) [Official Gazette Type] Open patent official report (A)  
(11) [Publication No.] JP,2001-254181,A (P2001-254181A)  
(43) [Date of Publication] September 18, Heisei 13 (2001. 9.18)  
(54) [Title of the Invention] Membrane formation equipment and the membrane formation method.

(51) [The 7th edition of International Patent Classification]

C23C 16/46

16/34

16/44

H01L 21/285

301

21/31

[F1]

C23C 16/46

16/34

16/44 G

H01L 21/285 C

301 Z

21/31 B

[Request for Examination]. Un-asking.

[The number of claims] 16.

[Mode of Application] OL.

[Number of Pages] 8.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(21) [Filing Number] Application for patent 2001-183 (P2001-183)  
(22) [Filing Date] January 4, Heisei 13 (2001. 1.4)  
(31) [Priority Document Number] Application for patent 2000-590 (P2000-590)  
(32) [Priority Date] January 6, Heisei 12 (2000. 1.6)  
(33) [Country Declaring Priority] Japan (JP)  
(71) [Applicant]  
[Identification Number] 000219967.  
[Name] Tokyo Electron, Ltd.  
[Address] 5-3-6, Akasaka, Minato-ku, Tokyo.  
(72) [Inventor(s)]  
[Name] Matsuse Kimihiro.  
[Address] 5-3-6, Akasaka, Minato-ku, Tokyo TBS Broadcasting Center Inside of  
Tokyo Electron, Ltd.  
(74) [Attorney]  
[Identification Number] 100099944.  
[Patent Attorney]  
[Name] Alp Hiroshi.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

Summary.

---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(57) [Abstract]

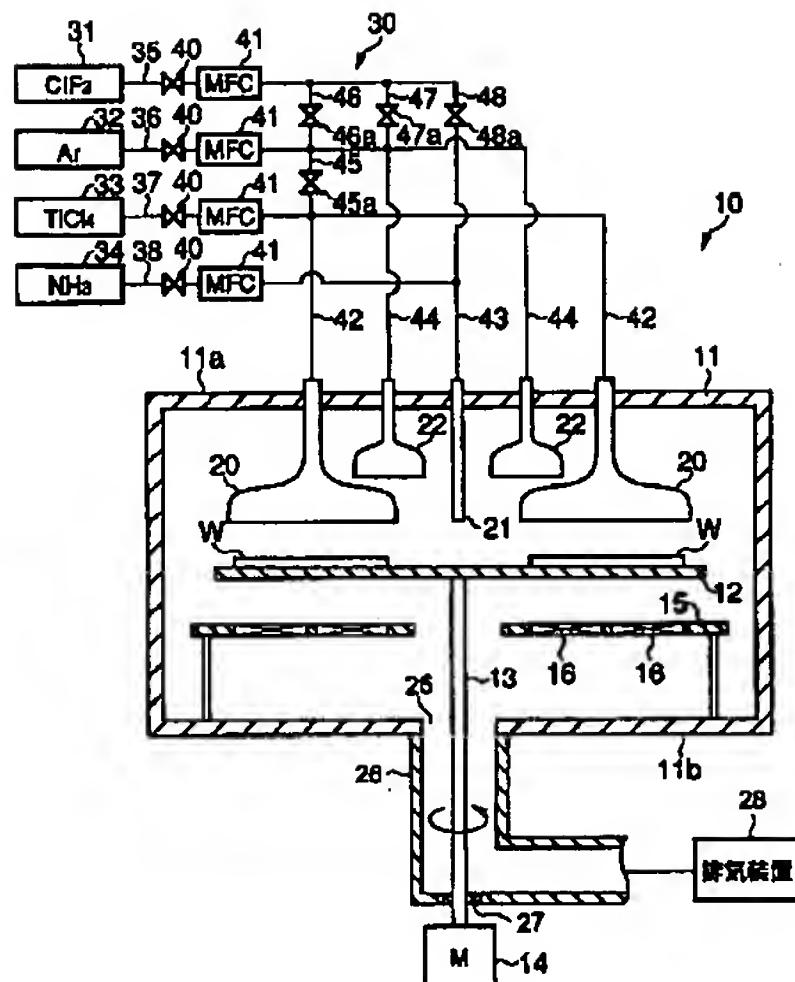
[Technical problem] Offer the membrane formation equipment and the membrane formation method of using the ALD method for high productivity, without using a high-speed switching valve.

[Means for Solution] The chamber 11 which holds Substrate W, and substrate supporter material 12 which supports superficially two or more substrates W within a chamber 11, It is prepared in a chamber 11 and the raw-gas \*\*\* nozzle 20 of \*\*\* 1 which breathes out TiCl4, the raw-gas \*\*\* nozzle 21 of \*\*\* 2 which breathes out NH3, the rolling mechanism 14 that rotates the substrate supporter material 12, and the heater 16 which heats Substrate W are provided, and the monoatomic layer of Ti and the monoatomic layer of N are formed by turns on Substrate W, rotating the substrate supporter material 12 and making Substrate W revolve around the sun.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Membrane formation equipment characterized by forming the

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

monoatomic layer by the 1st raw gas, and the monoatomic layer by the 2nd raw gas by turns on a substrate while it has the following, the aforementioned substrate supporter material is rotated and a substrate is made to revolve around the sun. The chamber which holds a substrate. Substrate supporter material which supports superficially two or more substrates within the aforementioned chamber. Raw-gas \*\*\*\*\* of \*\*\* 1 which is prepared in the aforementioned chamber and breathes out the 1st raw gas. Raw-gas \*\*\*\*\* of \*\*\* 2 which is prepared in a different position from the 1st raw-gas \*\*\*\*\* in the aforementioned chamber, and breathes out the 2nd raw gas, the rolling mechanism which rotates the aforementioned substrate supporter material, and a heating means to heat the aforementioned substrate.

[Claim 2] Membrane formation equipment according to claim 1 characterized by arranging two or more preparations and these by turns in the shape of a periphery in raw-gas \*\*\*\*\* of the above 1st, and raw-gas \*\*\*\*\* of the above 2nd.

[Claim 3] Membrane formation equipment according to claim 2 characterized by having \*\* purge gas \*\*\*\*\* which breathes out purge gas between raw-gas \*\*\*\*\* of the above 1st, and raw-gas \*\*\*\*\* of the above 2nd.

[Claim 4] The aforementioned rolling mechanism is membrane formation equipment given in any 1 term of a claim 1 to the claim 3 characterized by rotating the aforementioned substrate supporter material so that the substrate supported by the aforementioned substrate supporter material may pass directly under raw-gas \*\*\*\*\* of the above 1st, and the 2nd raw-gas \*\*\*\*\*.

[Claim 5] Membrane formation equipment given in any 1 term of a claim 1 to the claim 4 characterized by having further the substrate rolling mechanism which makes the aforementioned substrate rotate.

[Claim 6] The aforementioned heating means is membrane formation equipment given in any 1 term of a claim 1 to the claim 5 characterized by heating a substrate from the lower part of the aforementioned substrate supporter material.

[Claim 7] The aforementioned heating means is membrane formation equipment given in any 1 term of a claim 1 to the claim 6 characterized by heating a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

substrate from the upper part of the substrate supported by the aforementioned substrate supporter material.

[Claim 8] For the 2nd raw gas of the above, the 1st raw gas of the above is membrane formation equipment given in any 1 term of a claim 1 to the claim 7 characterized by including N or O including any one sort in aluminum, Zr, Ti, Ta, Si, W, and Ru.

[Claim 9] Membrane formation equipment given in any 1 term of a claim 1 to the claim 7 characterized by forming one of aluminum 2O3, ZrO2, TiN, TaN, SiO2 and SiN, SiON, SiOF, and any WN, WSi, and RuO2 sorts.

[Claim 10] The membrane formation method characterized by providing the following. The process which divides the inside of a chamber into two or more space with the air curtain of the gas stream breathed out in the chamber. The process to which repeat a substrate and it is made to move so that the plurality of the raw-gas atmosphere which comes to introduce a predetermined raw gas into each of the aforementioned space may be passed. The process which form a monoatomic layer continuously, make it deposit, and this is made to react thermally, and forms the film of a compound on the aforementioned substrate by this.

[Claim 11] The aforementioned raw gas is the membrane formation method according to claim 10 characterized by having the 1st raw gas which contains any one sort of elements among aluminum, Zr, Ti, Ta, Si, W, and Ru, and the 2nd raw gas containing N or O.

[Claim 12] The membrane formation method characterized by breathing out the 1st raw gas and the 2nd raw gas, respectively from the 1st raw-gas \*\*\*\*\* and the 2nd raw-gas \*\*\*\*\* which were prepared in a mutually different position in a chamber, and forming the monoatomic layer by the 1st raw gas, and the monoatomic layer by the 2nd raw gas by turns on a substrate, arranging two or more substrates within a chamber superficially, and making a substrate revolve around the sun.

[Claim 13] The membrane formation method according to claim 12 characterized

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

by making a substrate rotate furthermore.

[Claim 14] The membrane formation method according to claim 12 or 13 characterized by for the 1st and 2nd raw gases doubling the degree of \*\*\*\*\* , and making a substrate revolve around the sun.

[Claim 15] For the 2nd raw gas of the above, the 1st raw gas of the above is the membrane formation method given in any 1 term of a claim 12 to the claim 14 characterized by including N or O including any one sort in aluminum, Zr, Ti, Ta, Si, W, and Ru.

[Claim 16] The membrane formation method given in any 1 term of a claim 10 to the claim 15 characterized by forming one of aluminum 2O3, ZrO2, TiN, TaN, SiO2 and SiN, SiON, SiOF, and any WN, WSi, and RuO2 sorts.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the membrane formation equipment and the membrane formation method of forming a TiN film etc. using the ALD (Atomic Layer Deposition) method.

#### [0002]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Description of the Prior Art] In a semiconductor manufacturing process, in order to embed the hole during the wiring formed in the semiconductor wafer (it is only hereafter described as a wafer) which is a processed object, as a barrier layer, metallic compounds, such as WSi (tungsten silicide), TiN (titanium nitride), and TiSi (titanium silicide), are made to deposit, and the thin film is formed.

[0003] Although these metallic-compounds thin film was conventionally formed using physical vacuum evaporation (PVD), it is difficult to require especially detailed-sizing and high integration of a device like recently, and for the design rule to be severe and to acquire property sufficient in PVD with bad embedding nature especially. Then, forming a TiN film by the chemical vacuum evaporation (CVD) which can expect forming a better film is performed.

[0004] Membraneous quality, a step coverage, and membranous adhesion have stopped however, necessarily being able to say that it is enough also by CVD. Moreover, the thickness control at the time of forming a super-thin film 10nm or less is very difficult.

[0005] It considers as the technology which, on the other hand, forms a good membraneous metallic-compounds thin film with adhesion and a sufficient step coverage, and the ALD method attracts attention recently (JP,55-130896,A etc.). Therefore, it is possible to use the ALD method also in deposition of the above-mentioned metallic compounds. In case a TiN film is formed, arrange one wafer in a chamber, supply TiCl<sub>4</sub> gas in a chamber first, make the monoatomic layer of Ti adsorb, subsequently supply NH<sub>3</sub> gas, the monoatomic layer of N is made to deposit on it, and these are made to specifically react. The TiN film of predetermined thickness is obtained by repeating this operation the number of predetermined times.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although the gas to supply must be changed at high speed and a high-speed switching valve is used for the reason in case a metallic-compounds thin film is formed using the ALD method, such a high-speed switching valve has the trouble that a life is short. Moreover,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

since it is necessary to supply purge gas and to purge front gas while supplying the gas of another side after supplying one gas in case the laminating of the monoatomic layer is carried out in this way, membrane formation takes time and the trouble of being bad also has productivity.

[0007] this invention is made in view of this situation, and without using a high-speed switching valve, it is high productivity and aims at offering the membrane formation equipment and the membrane formation method of using the ALD method.

[0008]

[Means for Solving the Problem] The chamber in which this invention holds a substrate in order to solve the above-mentioned technical problem, The substrate supporter material which supports superficially two or more substrates within the aforementioned chamber, The 1st raw-gas regurgitation section which is prepared in the aforementioned chamber and carries out the regurgitation of the 1st raw gas, The 2nd raw-gas regurgitation section which is prepared in a different position from the 1st raw-gas regurgitation section in the aforementioned chamber, and carries out the regurgitation of the 2nd raw gas, Providing the rolling mechanism which rotates the aforementioned substrate supporter material, and a heating means to heat the aforementioned substrate, rotating the aforementioned substrate supporter material, and making a substrate revolve around the sun The membrane formation equipment characterized by forming the monoatomic layer by the 1st raw gas and the monoatomic layer by the 2nd raw gas by turns on a substrate is offered.

[0009] Moreover, this invention so that the plurality of the process which divides the inside of a chamber into two or more space with the air curtain of the gas stream breathed out in the chamber, and the raw-gas atmosphere which comes to introduce a predetermined raw gas into each of the aforementioned space may be passed The membrane formation method characterized by providing the process to which repeat a substrate and it is made to move, and the process which form a monoatomic layer continuously, make it deposit, and this is made to

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

react thermally, and forms the film of a compound on the aforementioned substrate by this is offered.

[0010] Furthermore, this invention arranging two or more substrates within a chamber superficially, and making a substrate revolve around the sun The 1st raw gas and the 2nd raw gas are breathed out, respectively from the 1st raw-gas regurgitation section and the 2nd raw-gas regurgitation section which were prepared in a mutually different position in a chamber. The membrane formation method characterized by forming the monoatomic layer by the 1st raw gas and the monoatomic layer by the 2nd raw gas by turns on a substrate is offered.

[0011] The 1st raw gas and the 2nd raw gas are breathed out in forming membranes using the ALD method according to this invention, respectively from the 2nd raw-gas regurgitation section which carries out the regurgitation of the 1st raw-gas regurgitation section prepared in a mutually different position, and the 2nd raw gas. Without using a high-speed switching valve, since substrate supporter material is rotated and a substrate is made to revolve around the sun, the 1st raw gas and 2nd raw gas can be supplied by turns on a substrate, and the monoatomic layer by the 1st raw gas and the monoatomic layer by the 2nd raw gas can be formed by turns. Moreover, since it processes where two or more substrates are supported to substrate supporter material, membrane formation processing of two or more sheet substrate of a number can be performed at once, and productivity can be raised.

[0012] In the aforementioned membrane formation equipment, it is desirable that two or more preparations and these are arranged by turns in the shape of a periphery in the raw-gas regurgitation section of the above 1st and the raw-gas regurgitation section of the above 2nd. Thereby, membranes can be formed by being more efficient.

[0013] It is desirable to have the purge gas regurgitation section which carries out the regurgitation of the purge gas between the raw-gas regurgitation section of the above 1st and the raw-gas regurgitation section of the above 2nd. Thereby, the separability of the 1st raw gas and the 2nd raw gas can be raised.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0014] As for the aforementioned rolling mechanism, it is desirable to rotate the aforementioned substrate supporter material so that the substrate supported by the aforementioned substrate supporter material may pass directly under the raw-gas regurgitation section of the above 1st and the 2nd raw-gas regurgitation section. Thereby, a monoatomic layer can be certainly formed on a substrate.

[0015] It is desirable to have further the substrate rolling mechanism which makes the aforementioned substrate rotate. Thus, by making a substrate rotate, the homogeneity of membrane formation can be raised more.

[0016] You may make it the aforementioned heating means heat a substrate from the lower part of the aforementioned substrate supporter material, and may make it heat a substrate from the upper part of the substrate supported by the aforementioned substrate supporter material.

[0017] In the aforementioned membrane formation method, it is desirable to make a substrate rotate further. Moreover, it is desirable for the 1st and 2nd raw gases to double the degree of \*\*\*\*\* , and to make a substrate revolve around the sun.

[0018] The thing containing any one sort in aluminum, Zr, Ti, Ta, Si, W, and Ru can be used for the 1st raw gas of the above, and the 2nd raw gas of the above can use the thing containing N or O.

[0019] The aforementioned membrane formation equipment and the aforementioned membrane formation method are applicable to any one sort of membrane formation aluminum 2O3, ZrO2, TiN, TaN, SiO2 and SiN, SiON, SiOF, and among WN, WSi, and RuO2.

[0020]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, with reference to an accompanying drawing, the form of operation of this invention is explained in detail. The cross section and drawing 2 which show the membrane formation equipment which drawing 1 requires for 1 operation form of this invention are the plan of the interior. Here, the case where a TiN film is formed with the CVD membrane formation equipment using the ALD method is explained.

**THIS PAGE BLANK (USP).**

[0021] This CVD membrane formation equipment 10 has the approximate circle tubed chamber 11 constituted possible [ vacuum length ], and the wafer W which is a processed object is horizontally formed in the wafer supporter material 12 in which four-sheet support is possible in it. The wafer supporter material 12 has four wafers supporter 12a, as shown in drawing 2 , and Wafer W is supported by these. Moreover, the axis of rotation 13 prolonged below is formed in the center of the wafer supporter material 12, and this axis of rotation 13 is attached in the shaft of a motor 14. And the wafer supporter material 12 rotates along the direction of an arrow of drawing 2 by rotating this motor 14 through the axis of rotation 13. Therefore, the wafer W supported by wafer supporter 12a revolves the surroundings of the axis of rotation 13 around the sun by rotation of the wafer supporter material 12.

[0022] Under the wafer supporter material 12, the heater supporter material 15 is formed and the heater 16 of the inside and two outsides in a circle is supported by this heater supporter material 15 along with the move locus of Wafer W.

[0023] The 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle (1st raw-gas \*\*\*\*\*) 20 and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle (2nd raw-gas \*\*\*\*\*) 21 are formed in ceiling wall 11a of a chamber 11 in the state where the gas deliveries 20a and 20b were made to counter the upper surface of the wafer supporter material 12. The raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 of these 1st and every 2nd two raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 are formed as shown in drawing 2 , and these are arranged in the shape of a periphery along with the move locus of Wafer W by turns. Moreover, the adjoining 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 are arranged at the angle of 90 degrees focusing on the axis of rotation 13. Moreover, it is prepared in ceiling wall 11a of a chamber 11 so that it may be located between the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 which four purge gas \*\*\*\* nozzles (purge gas \*\*\*\*\*) 22 adjoin, and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21.

[0024] Drawing 3 (a) is the cross section of the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21. \*\* which the 1st and 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzles 20 and 21 have many gas deliveries 20a and 21a, respectively, and breathes out a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

raw gas in the shape of a shower in a chamber 11 from the deliveries 20a and 21a of these large number as shown in drawing 3 (a) -- it is constituted like Moreover, drawing 3 (b) is the cross section of the purge gas \*\*\*\* nozzle 22. As shown in drawing 3 (b), the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 With \*\* which has skirt-board section 22b prepared under delivery 22a of a large number prepared in the interior, and the delivery 22a of these large number, and breathes out a raw gas in the shape of a shower in a chamber 11 from delivery 20a It has prevented that the flow of the purge gas breathed out by skirt-board section 22b in the shape of a shower is spread, and it is constituted so that the downflow of purge gas may make an air curtain by this.

[0025] Moreover, gas delivery 22a of the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 is prepared more nearly up than the gas deliveries 20a and 21a of the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21, and, thereby, is separable with the air curtain of purge gas about the 1st raw-gas atmosphere and the 2nd raw-gas atmosphere. Predetermined gas is supplied from these nozzles 20, 21, and 22 by the gas supply mechanism 30 mentioned later.

[0026] The gas supply mechanism 30 has ClF3 source of supply 31 which supplies ClF3 which is cleaning gas, the Ar source of supply 32 which supplies Ar, TiCl4 source of supply 33 which supplies TiCl4, and NH3 source of supply 34 which supplies NH3. and -- ClF3 source of supply 31 -- ClF3 gas line 35 -- TiCl4 gas line 37 is connected to TiCl4 source of supply 33, and NH3 gas line 38 is connected to NH3 source of supply 34 for the Ar gas line 36 at the Ar source of supply 32, respectively And the bulb 40 and the mass-flow controller 41 are formed in each line.

[0027] TiCl4 gas line 37 prolonged from TiCl4 source of supply 33 is connected to the gas piping 42 prolonged from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20. Moreover, the piping 45 prolonged from the Ar gas line 36 is connected to TiCl4 gas line 37, and TiCl4 gas by which the carrier was carried out to Ar gas is breathed out from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 through piping 42. Moreover, NH3 gas line 38 prolonged from NH3 source of supply 34 is connected to the gas piping 43

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

prolonged from the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21, and NH3 gas is breathed out from the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 through NH3 gas line 38 and gas piping 43. Furthermore, the Ar gas line 36 prolonged from the Ar source of supply 32 is connected to the piping 44 prolonged from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22, and Ar gas is breathed out from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 through the Ar gas line 36 and piping 44. Piping 46, 47, and 48 is connected to ClF3 gas line 35 prolonged from ClF3 source of supply 31 further again, and \*\*\*\* is possible in ClF3 gas which is cleaning gas through these piping 46, 47, and 48 to the piping 42, 43, and 44 from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20, the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21, and the purge gas \*\*\*\* nozzle 22. In addition, Bulbs 45a, 46a, 47a, and 48a are formed in piping 45, 46, 47, and 48, respectively.

[0028] The exhaust port 25 is formed in the center section at bottom wall 11b of a chamber 11, and the exhaust pipe 26 is connected to this exhaust port 25. The exhaust 28 is connected to this exhaust pipe 26, and the inside of a chamber 11 can be decompressed to a predetermined degree of vacuum by operating the exhaust 28.

[0029] In addition, an exhaust pipe 26 is prolonged in a perpendicular direction lower part from an exhaust port 25, is the middle and is crooked horizontally, the aforementioned axis of rotation 13 passed along the inside of the vertical section of an exhaust pipe 26, the tube wall of the horizontal level of an exhaust pipe 26 was penetrated, it is prolonged below, and the fluid seal 27 is formed between the tube wall and axis of rotation 13.

[0030] Thus, in the constituted CVD membrane formation equipment, first, the semiconductor wafer W is inserted in in a chamber 11, and Wafer W is laid in wafer supporter 12a of the wafer supporter material 12. Subsequently, the wafer supporter material 12 is rotated heating Wafer W from a heater 16, the inside of a chamber 11 is exhausted with the exhaust 28, and the inside of a chamber 11 is made into a predetermined vacua. Then, Ar gas as purge gas is made to breathe out the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 to NH3 gas for TiCl4 gas which carried out the carrier to Ar from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 from the purge gas \*\*\*\* nozzle

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

22, respectively.

[0031] About two sheets by which TiCl<sub>4</sub> gas breathed out from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 is supplied to the beginning among the wafers W of wafer supporter 12a of the wafer supporter material 12 After the monoatomic layer of Ti adsorbs by TiCl<sub>4</sub> supplied gas, by rotation of the wafer supporter material 12 The air curtain of Ar gas breathed out from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 is passed, the monoatomic layer of N accumulates on the monoatomic layer of Ti by NH<sub>3</sub> gas breathed out from the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21, these react, and TiN is formed. Furthermore, after passing the air curtain of Ar gas breathed out from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22, the monoatomic layer of Ti and the monoatomic layer of N are supplied similarly, this is repeated the number of predetermined times, and the TiN film of predetermined thickness is formed. moreover, about other two sheets to which NH<sub>3</sub> gas first breathed out from the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 is supplied After the monoatomic layer of N adsorbs by NH<sub>3</sub> supplied gas, by rotation of the wafer supporter material 12 The air curtain of Ar gas breathed out from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 is passed, the monoatomic layer of Ti accumulates on the monoatomic layer of N by TiCl<sub>4</sub> gas breathed out from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20, these react, and TiN is formed. Furthermore, after passing the air curtain of Ar gas breathed out from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22, the monoatomic layer of N and the monoatomic layer of Ti are supplied similarly, this is repeated the number of predetermined times, and the TiN film of predetermined thickness is formed. In this case, the rotational speed of the wafer supporter material 12 is determined according to the rate of adsorption of TiCl<sub>4</sub> gas which is a raw gas, and NH<sub>3</sub> gas.

[0032] Moreover, further, a quantity of gas flow is set up so that the configuration of the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 in this case and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 and an interval with Wafer W, and a flow by which a monoatomic layer sticks to Wafer W equally can be formed. Moreover, further, a quantity of gas flow is set up so that the interval of the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 and Wafer W and the flow as which purge gas functions considering TiCl<sub>4</sub> gas atmosphere and NH<sub>3</sub> gas

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

atmosphere as an air curtain separable enough can be formed. Moreover, the heating temperature of a heater 16 is set as the proper temperature suitable for the reaction of Ti and N. Hereafter, these set points are described concretely.

[0033] The 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 which has the structure shown in drawing 3 (a), and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 can be arranged so that the distance h1 between Deliveries 20a and 21a and the wafer W front face held at the substrate supporter material 12 located in the lower part may be set to 0.1-10mm. Moreover, the purge gas \*\*\*\* nozzle 22 which has the structure shown in drawing 3 (b) can be arranged so that the distance h2 between delivery 22a and the wafer W front face held at the substrate supporter material 12 located in the lower part may be set to 0.1-50mm, and it can be arranged so that the distance h3 between the soffit and the substrate supporter material 12 upper surfaces may be set to 1.1-50mm. Preferably, h1 arranges nozzles 20, 21, and 22 so that 0.1-5mm and h2 may be set to 0.2-10mm and h3 may be set to 1.2-11mm.

[0034] Moreover, each quantity of gas flow at the time of TiN membrane formation, chamber internal pressure, and heating temperature can be set up as follows.

TiCl4 quantity of gas flow: It is 5 - 20sccm (0.005 - 0.02 L/min) preferably one to 50 sccm (0.001 - 0.05 L/min).

Ar gas (carrier gas) flow rate: -- NH3 quantity-of-gas-flow:50 which carrier gas does not need to use when 10 - 100sccm (0.01 - 0.1 L/min) and TiCl4 gas are low flow rates - 1000sccm (0.05 - 1 L/min) -- desirable -- 50 - 500sccm (0.05 - 0.5 L/min)

Purge-gas flow rate: 100 - 1000sccm (0.1 - 1 L/min)

chamber internal pressure: -- 100mTorr - 5Torr (13.3Pa - 665Pa) -- desirable -- 100mTorr(s) - 1Torr (13.3Pa - 133Pa)

Heating temperature: It is 400-600 degrees C [0035] preferably 300-700 degrees C. Supplying TiCl4 gas and NH3 gas, respectively from the 1st raw-gas \*\*\*\* nozzle 20 and the 2nd raw-gas \*\*\*\* nozzle 21 which have been arranged by turns as mentioned above Without using a high-speed switching valve, since the wafer

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

supporter material 12 is rotated and TiCl<sub>4</sub> gas and NH<sub>3</sub> gas are supplied to Wafer W by turns, the monoatomic layer of Ti and the monoatomic layer of N can be formed by turns by the ALD method, and a desired TiN film can be formed. Moreover, since two or more wafers W are laid in the wafer supporter material 12 in this way and membrane formation processing of two or more sheets is performed by one processing, productivity is high. Moreover, since the raw gas of the portion which formation of the monoatomic layer of Wafer W ended can be removed promptly and an excessive reaction can be prevented by \*\*\*\*\* which can prevent that TiCl<sub>4</sub> gas and NH<sub>3</sub> gas are mixed by breathing out Ar gas as purge gas from the purge gas \*\*\*\* nozzle 22, and forming an air curtain as much as possible, and breathes out Ar gas which is purge gas, a better film can be formed.

[0036] When it carries out by having repeated formation of such a TiN film and membrane formation processing of the wafer W of predetermined number of sheets is completed, nozzles 20, 21, and 22 to ClF<sub>3</sub> gas is made to breathe out through a gas line 35, piping 46, 47, and 48, and piping 42, 43, and 44 from ClF<sub>3</sub> source 31, and the inside of a chamber 11 is cleaned.

[0037] The ClF<sub>3</sub> quantity of gas flow at the time of this cleaning, chamber internal pressure, and cleaning temperature can be set up as shown below.

ClF<sub>3</sub> quantity of gas flow: It is 200 - 300sccm (0.2 - 0.3 L/min) preferably 100 to 500 sccm (0.1 - 0.5 L/min).

Chamber internal pressure: It is 1 - 5Torr (133-665Pa) preferably one to 10 Torr (133-1330Pa).

Cleaning temperature: It is 200-300 degrees C [0038] preferably 200-500 degrees C. Next, the CVD membrane formation equipment concerning other operation forms is explained. Drawing 4 is the cross section showing partially the CVD membrane formation equipment concerning other operation forms. Here, it has the composition of using wafer supporter material 12' instead of the wafer supporter material 12, and making Wafer W rotating. namely, wafer supporter material 12' -- the base -- it is prepared on a member 51 possible [ rotation of four

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

wafer tables (two are illustrated in drawing 4 ) 52 ], and the wafer W on the wafer table 52 is made to rotate by rotating these wafers table 52 by the motor 53. Thereby, TiCl<sub>4</sub> gas as a raw gas and NH<sub>3</sub> gas can be further supplied to homogeneity at Wafer W, and a more uniform monoatomic layer can be formed. In this case, if a heater 16 is under wafer supporter material like drawing 1 , since heating efficiency will become bad, it is desirable to prepare heater 16' above Wafer W like drawing 4 . 15' is heater supporter material which supports heater 16'. Thus, when a heater is formed, it is desirable to prepare the hole of a large number in which gas passage is possible in heater 16' and heater supporter material 15' so that a raw gas may be supplied effective in Wafer W.

[0039] Furthermore, it is made to supply TiCl<sub>4</sub> gas as a raw gas, and NH<sub>3</sub> gas from the shower head 60 and the shower head 61 with the operation form of drawing 5 , respectively. The shower head 60 is \*\* which much gas \*\*\*\*\* 60b is formed in the undersurface of main part 60a of the hollow which makes the shape of a disk, and breathes out gas from this gas \*\*\*\*\*60b to homogeneity as shown in drawing 6 . The shower head 61 is constituted similarly. Thus, TiCl<sub>4</sub> gas and NH<sub>3</sub> gas can be uniformly supplied to Wafer W also by using the shower head instead of a nozzle.

[0040] With the operation form of drawing 7 , the exhaust port 70 is formed directly under the 1st raw-gas \*\*\* nozzle 20 and the 2nd raw-gas \*\*\* nozzle 21 further again (only the exhaust port corresponding to the 1st raw-gas \*\*\* nozzle 20 is illustrated). By doing in this way, TiCl<sub>4</sub> unnecessary gas and NH<sub>3</sub> gas can be promptly discharged through the exhaust pipe 71 connected to the exhaust port 70.

[0041] In addition, this invention can deform variously, without being limited to the form of the above-mentioned implementation. For example, although the above-mentioned operation form showed the example which forms a TiN film, aluminum 2O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>, TaN, SiO<sub>2</sub> and SiN, SiON, WN and WSi, RuO<sub>2</sub> grade, and other metallic compounds can be formed similarly. Moreover, with the above-mentioned operation form, although NH<sub>3</sub> gas was used as the 2nd raw gas,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

using  $TiCl_4$  as the 1st raw gas, the 1st raw gas and 2nd raw gas can use the proper gas according to the metallic-compounds film which forms membranes. in such a case, as the 1st raw gas which can be set Besides  $TiCl_4$ ,  $TaBr_5$ ,  $Ta(OC_2H_5)_5$ ,  $SiCl_4$ ,  $SiH_4$ ,  $Si_2H_6$ ,  $SiH_2Cl_2$ , aluminum of  $WF_6$  grade, The thing containing one sort in  $Zr$ ,  $Ti$ ,  $Ta$ ,  $Si$ ,  $W$ , and  $Ru$  can be mentioned, and the thing containing N or O of  $NH_3$  ( $N_2$ ),  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $NO$ ,  $N_2O$ ,  $N_2O_3$ , and  $N_2O_5$  grade other than  $NH_3$  can be mentioned as the 2nd raw gas.

[0042] Moreover, although it was prepared in the example of drawing 1 and the position of a heater was prepared above the wafer in the example of drawing 4 under the wafer, it may prepare in both these, and as long as it can heat uniformly, you may prepare in other positions. Furthermore, although Ar gas was used as purge gas, you may be other gas, such as  $N_2$  gas. Moreover, if two raw gases can be intercepted effectively, it is not necessary to use purge gas. You may be the substrate which may be not only a semiconductor wafer but other things as a substrate to be used, and formed other layers on the front face further again.

[0043]

[Effect of the Invention] In performing membrane formation using the ALD method according to this invention, as explained above Since the 1st raw gas and the 2nd raw gas are breathed out, respectively from raw-gas \*\*\*\*\* of \*\*\*\* 2 which breathes out the 1st raw-gas \*\*\*\*\* prepared in a mutually different position, and the 2nd raw gas, substrate supporter material is rotated and a substrate is made to revolve around the sun The monoatomic layer by the 1st raw gas and the monoatomic layer by the 2nd raw gas can be formed by turns, without using a high-speed switching valve. Moreover, since it processes where two or more substrates are supported to substrate supporter material, membrane formation processing of two or more sheet substrate of a number can be performed at once, and productivity can be raised.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

[Drawing 1] The cross section showing the CVD membrane formation equipment concerning 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] The plan showing the interior of the CVD membrane formation equipment of drawing 1 .

[Drawing 3] The cross section of the 1st raw-gas regurgitation nozzle in the CVD membrane formation equipment of drawing 1 , and a purge gas regurgitation nozzle.

[Drawing 4] The cross section showing partially the CVD membrane formation equipment concerning other operation gestalten of this invention.

[Drawing 5] The cross section showing partially the CVD membrane formation equipment concerning the operation gestalt of further others of this invention.

[Drawing 6] The perspective diagram showing the shower head used for the equipment of drawing 4 .

[Drawing 7] The cross section showing partially the CVD membrane formation equipment concerning the operation gestalt of further others of this invention.

**[Description of Notations]**

11; chamber

12 12'; wafer supporter material

12a; wafer supporter

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

13; axis of rotation  
14; motor  
16 16'; heater  
20 21; raw-gas regurgitation nozzle  
22; purge gas regurgitation nozzle  
30; gas supply mechanism  
25 70; exhaust port  
26 71; exhaust pipe  
28; exhaust  
52; wafer table  
53; motor  
60 61; shower head  
W; semiconductor wafer

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

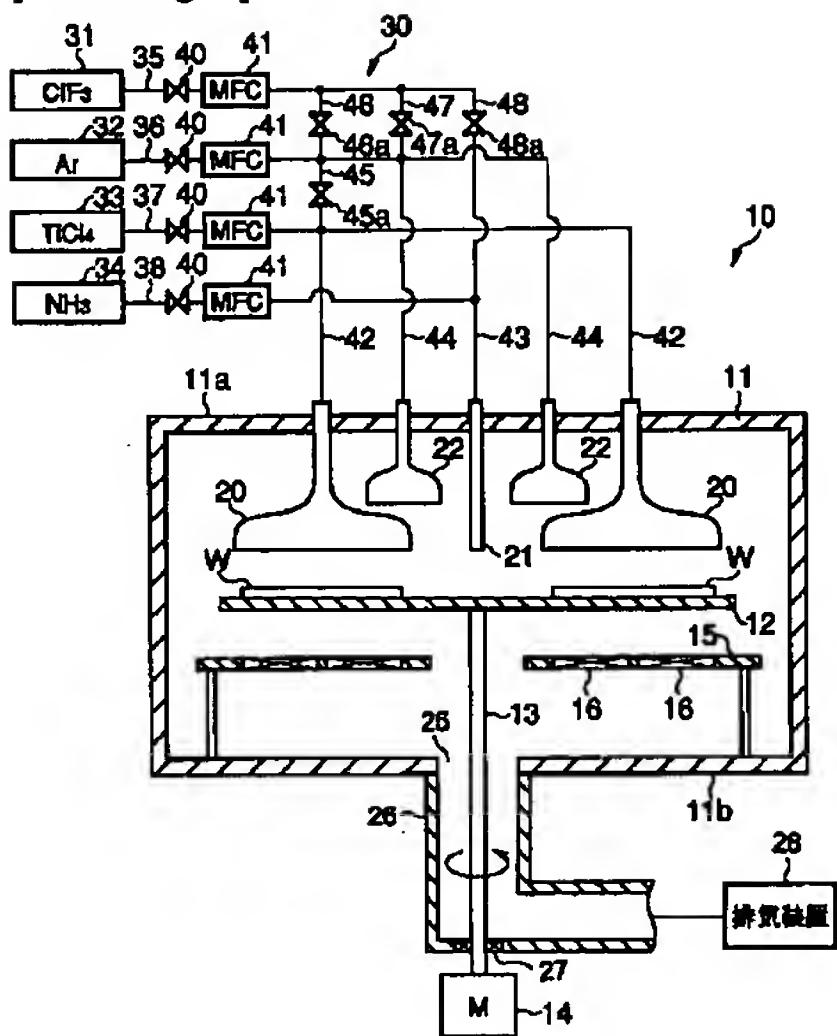
---

DRAWINGS

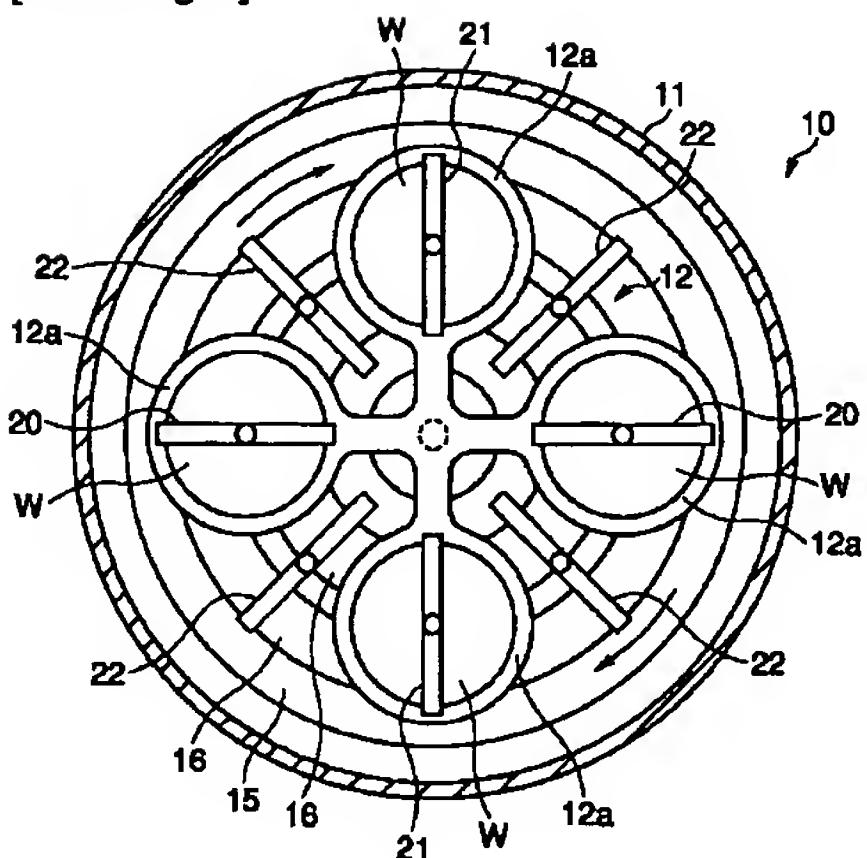
---

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[Drawing 1]

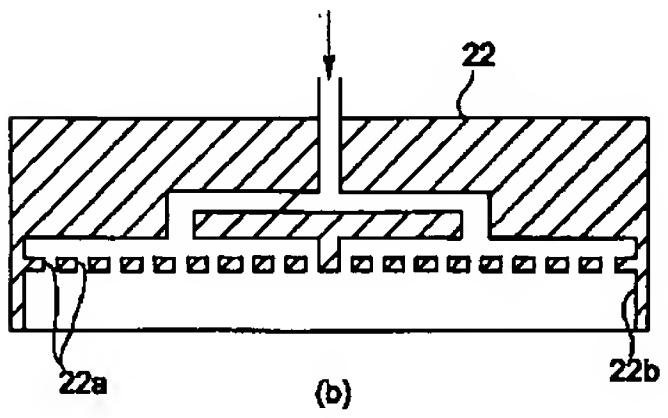
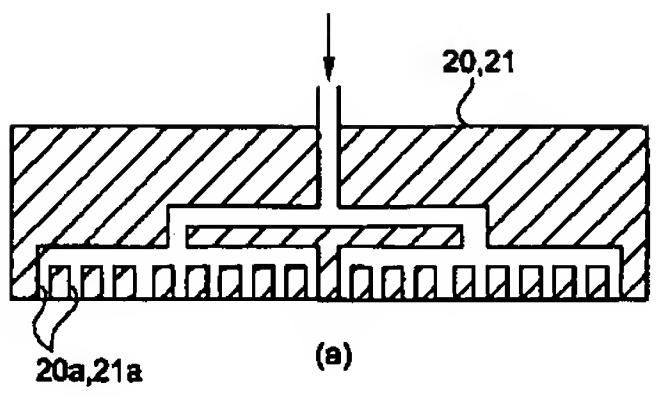


[Drawing 2]

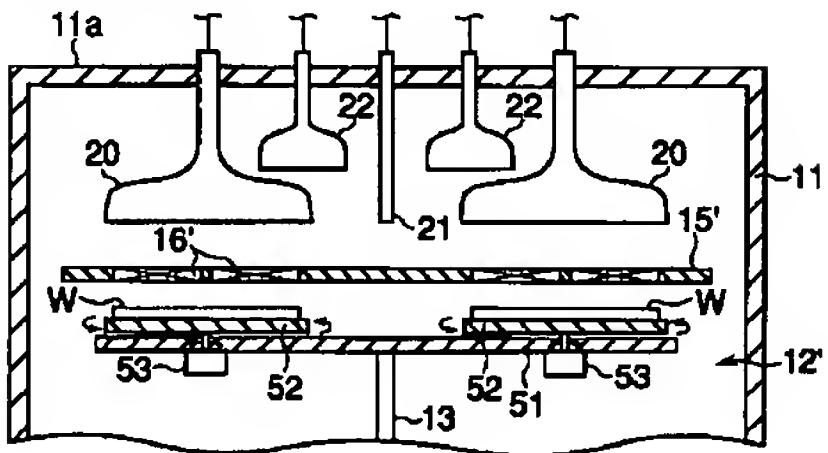


[Drawing 3]

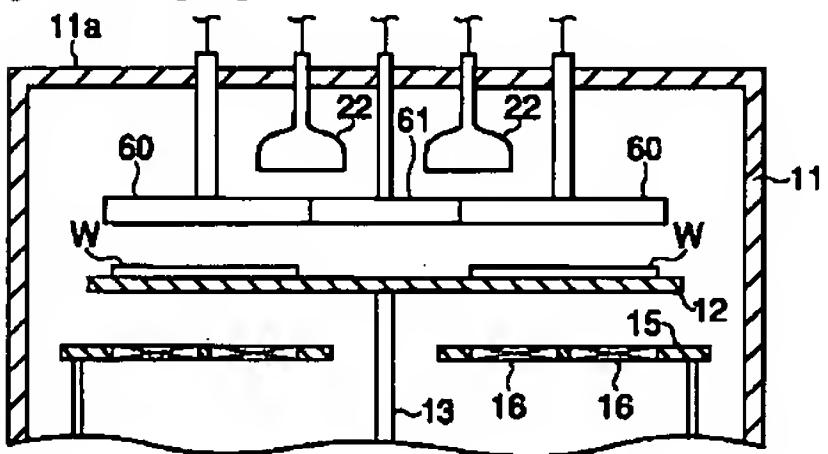
THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 4]

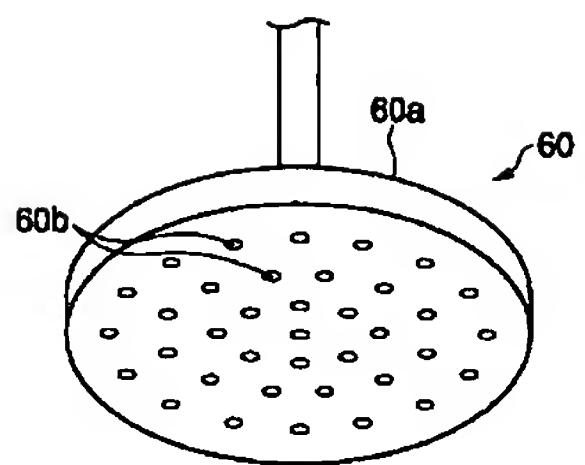


[Drawing 5]

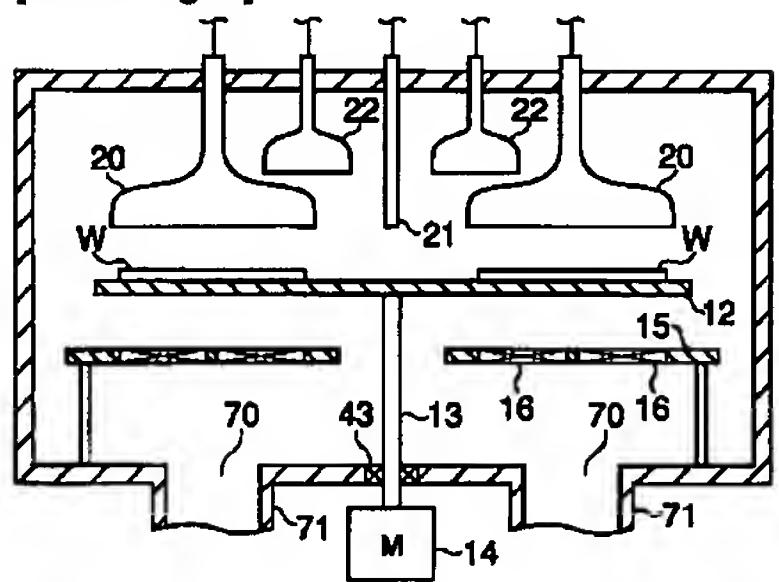


[Drawing 6]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



[Drawing 7]



---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**